

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表平8-501156

(43) 公表日 平成8年(1996)2月6日

(51) Int.Cl.<sup>9</sup>

G 0 1 L 9/12

15/00

識別記号

庁内整理番号

7708-2F

7708-2F

F I

審査請求 有 予備審査請求 有 (全 33 頁)

(21) 出願番号 特願平6-516540  
(86) (22) 出願日 平成5年(1993)1月19日  
(85) 翻訳文提出日 平成7年(1995)5月1日  
(86) 国際出願番号 PCT/DE93/00048  
(87) 国際公開番号 WO94/17383  
(87) 国際公開日 平成6年(1994)8月4日  
(81) 指定国 EP(AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), JP, US

(71) 出願人 フラウンホーファー・ゲゼルシャフト ツ  
ア フェルデルンク デル アンゲワンテ  
ン フォルシュンク アインゲトラーゲナ  
ー フェライン  
ドイツ国, ミュンヘン 19, レオンロッド  
ストラーセ 54番  
(72) 発明者 モーバ ウイルフリート  
ドイツ国, クレフェルト, ヨルクストラー  
セ 67番  
(72) 発明者 カントラ ミヒヤエル  
ドイツ国, エルフトシュタート, アムゼル  
ベーク 10番  
(74) 代理人 弁理士 筒井 秀隆

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 圧力センサ

(57) 【要約】

基板と、基板と共に圧力センサ空洞を形成するための層とを備えた圧力センサであって、上記層は外部圧力による作用を受けるダイヤフラム領域を含む。超小型化が可能な上記の圧力センサは、差圧測定または相対的な圧力測定に用いられる。上記空洞には、基板の表面に沿って延びるチャンネルが通じており、このチャンネルは圧力センサのダイヤフラム領域を形成している層を含む層構造を備えている。上記チャンネル上部の層構造の厚みに対するチャンネルの幅の比は、ダイヤフラム領域の厚みに対するダイヤフラム面におけるダイヤフラム領域の最小幅の比より小さい。

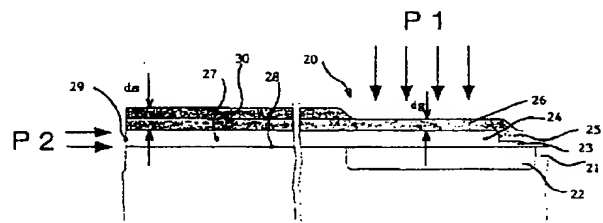


Fig. 3a

**【特許請求の範囲】**

## 1. 基板(21)と、

上記基板(21)とともに空洞(24)を形成する第1層(25)とを備え、  
この層(25)は上記空洞(24)の上部にダイヤフラム領域(26)を含み、  
このダイヤフラム領域は空洞(24)の外部から第1圧力(P1)の作用を受けるように構成された圧力センサにおいて、

上記空洞(24)には、基板(21)の表面(28)に沿って延びるチャンネル(27)が通じており、このチャンネル(27)は第2圧力(P2)の作用を受けるように構成され、

上記チャンネル(27)は層構造(25, 30)と基板(21)とによって画定され、

上記層構造(25, 30)は少なくとも第1層(25)を含み、

チャンネル(27)上部の層構造(25, 30)の厚み( $d_s$ )に対するチャンネル(27)の幅( $b_k$ )の比は、ダイヤフラム領域(26)の厚み( $d_g$ )に対するダイヤフラム面におけるダイヤフラム領域(26)の最小幅( $d_m$ )の比より小さいことを特徴とする圧力センサ。

## 2. 請求項1に記載の圧力センサにおいて、

上記層構造(25, 30)は第1層(25)と第2層(30)とを備え、第2層は第1層(25)に対して固着され、第1層を覆うとともに補強していることを特徴とする圧力センサ。

## 3. 請求項2に記載の圧力センサにおいて、

第1層(25)はポリシリコンで構成され、第2層(30)はポリシリコンで構成されていることを特徴とする圧力センサ。

## 4. 請求項2に記載の圧力センサにおいて、

第1層(25)はポリシリコンで構成され、第2層(30)は二酸化ケイ素で構成されていることを特徴とする圧力センサ。

## 5. 請求項2に記載の圧力センサにおいて、

第1層(25)はポリシリコンで構成され、第2層(30)は窒化ケイ素で構

成されていることを特徴とする圧力センサ。

6. 請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の圧力センサにおいて、

上記基板には、基板の裏面から基板を通して上記チャンネル（2

7）にまで延びる裏面開口部（33）が設けられていることを特徴とする圧力センサ。

7. 請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の複数の圧力センサを、1つのチップ上に形成したことを特徴とする圧力センサ装置。

8. 請求項 7 に記載の圧力センサ装置において、

上記圧力センサ（81, ..., 86）には、各圧力センサ（81, ..., 86）の空洞に通じるチャンネル（87, ..., 92）が設けられ、

上記チャンネル（87, ..., 92）は、圧力分布を高い空間的分解能で測定するため、上記チップ上の圧力検出領域（93）の中に集中していることを特徴とする圧力センサ装置。

**【発明の詳細な説明】****圧力センサ**

本発明は圧力センサに関する。詳しくは、本発明は、極めて小さい寸法を持つ微小な構造の相対圧力センサに関するものである。即ち、請求項 1 の前段部分に記載のように、本発明は基板と層とを備え、その間に空洞が設けられた圧力センサに関する。上記層は、上記空洞の上部にダイヤフラム領域を含み、このダイヤフラム領域は上記空洞の外部から作用する第 1 の圧力によって作動するように作られている。

マイクロメカニクス分野、特に表面マイクロメカニクス分野における方法によって使用されるような圧力センサについては、最近の多くの科学文献や特許文献の中で開示されている。

例えば、本出願人の国際特許出願 PCT/DE 91/00107（公開番号 W O 9 1 / 1 2 5 0 7）においては、半導体材料、特にシリコンからマイクロメカニカルな方法によって製造する絶対圧力センサが開示されている。この絶対圧力センサは基板を持ち、この基板の中には、適切なドーピングによって導電性の半導体領域が基板とは絶縁された状態で形成されている。さらに、この絶対圧力センサは、上記半導体基板の中の導電性半導体領域の上に圧力センサ構造を持っており、この圧力センサ構造は、まず基板にスペーサ

層をのせ、そのスペーサ層の上に多結晶半導体層をのせ、次にその多結晶半導体層がドーピングされ、スペーサ層つまりは犠牲層が適切なチャンネル（channel）を通るエッチングによって取り除かれる事によって形成される。最後に、チャンネルは適切な材料によって閉鎖される。これにより得られた構造は、容量性圧力センサ構造（capacitive pressure sensor structure）であり、その中では、多結晶半導体層と基板とが閉鎖された空洞を構成し、この空洞は例えば真空排気されたり、所定の圧力を持つガスが充填されたりする事が可能である。このような圧力センサは、絶対圧力を高精度で測定できるとともに、半導体領域が板から絶縁されているので、CMOS回路と適合性を有するという点で非常に有利ではあるが、絶対圧力しか測定できないという点で限界がある。

マイクロメカニカルな技術によって実現された相対圧力センサや差圧測定用の圧力センサは、既に知られている。例えば、技術文献のJournal of Vacuum Science & technology/A, Vol. 4, No. 3, 1986年5～6月号の第1部, 618頁, コラム2の最終章から619頁, コラム1, 第1章までと、図3を参照すれば、半導体材料によって構成された相対圧力センサが紹介されている。この相対圧力センサには、基板とポリシリコン層とがその間に空洞が形成されるように含まれており、この基板は、基板の裏面から上記空洞への異方性エ

ッチングによって形成された裏面開口部を持つ。圧力センサの製造プロセスの中で、スペーサ層または犠牲層は、後で圧力センサ用の空洞となるように、フッ化水素酸を用いてこの裏面開口部を通したエッチングを行うことによって除去される。しかし、このような相対圧力センサでは、特に過負荷の場合に、機械的安定性が不十分である。さらに、このような相対圧力センサでは、測定感度の点においてバラツキが発生する。例えば容量性の相対圧力センサの場合、圧力変化に対する容量変化の商についてのバラツキが、単一の製造ロットの中でも起こりうるのである。

上記の先行技術を基礎として、本発明の目的は、差圧が測定可能で、高度に超小型化でき、さらに圧力センサの1つの製造ロット内では測定感度の良好な再現性を達成できる圧力センサを提供する事にある。

この目的は、本発明の請求項1に示された圧力センサによって達成できる。

従来の技術では、圧力センサの空洞に基板の裏面開口部を通して直接連通していたのに対し、本発明においては、圧力センサの空洞の内部圧力は、基板の表面に沿って延びる通路またはチャンネルを通して供給される。さらに本発明の特徴としては、このチャンネルが基板に対面して層構造によって形成され、この層構造には、少な

くとも、圧力センサのダイヤフラム領域をも構成するような第1層が含まれている。さらに本発明においては、チャンネル上の層構造の厚みに対するチャンネルの幅の比は、ダイヤフラム領域の厚みに対するダイヤフラム面内のダイヤフラム

領域の最小幅の比よりも小さくしなければならない。これにより、チャンネルが基板表面に対面して延びているという事実にもかかわらず、全体構造において意味のある歪みは、ダイヤフラム領域内でのみ起こり、一方、チャンネル領域における圧力センサ構造は、差圧変化によってほとんど影響を受けないのである。本発明によれば、実際の圧力センサ機能の位置と、2つの圧力の内の一方を圧力センサ空洞に供給する機能の位置とは離れている。実際の圧力センサ機能とは、ダイヤフラム領域の歪みによる差圧の検知と、ダイヤフラム領域の歪みの電氣的な検知と、過負荷抗力や張力をかけないダイヤフラム支持といった機械的機能とを含んでいる。2つの圧力の内の一方を圧力センサ空洞に供給する機能は、チャンネル構造を本発明に沿った構造設計にすることによって達成できる。本発明における機能分離は、従来技術とは対照的と言える。なぜなら、従来技術による相対圧力センサにおいては、ダイヤフラム領域の下部に位置する基板の裏面開口部を通してダイヤフラム領域に張力が導入されていたからであり、また、ダイヤフラムの歪みの容量検知の場合においては、検知能力が裏面

開口部の前面出口の殆ど定義できないような寸法に左右されるからであり、さらには、この従来技術の圧力センサ構造では圧力センサの過負荷抗力が限られていたからである。

本発明による圧力センサの構造は、差圧を測定する能力を持つと同時に、冒頭で紹介した絶対圧力センサが備える長所、即ち高度な測定精度と絶対圧力センサにおけるCMOS回路との適合性とを含む全ての長所を備えている。

本発明の圧力センサのさらなる展開は、従属項に示す通りである。

以下に、本発明の圧力センサの望ましい実施例を、図を参照しながら詳細に説明する。

図1は圧力センサの製造過程を説明するための断面図である。

図2は圧力センサと、組み合わせた参考エレメント (reference element) を示す断面図である。

図3aは本発明の圧力センサの第1実施例を示す断面図である。

図3bは本発明の圧力センサの第2実施例を示す断面図である。

図 4 は本発明の圧力センサの第 3 実施例を配列したアレーを示す平面図である。

図 5 はハウジングと図 3 a に示された圧力センサの第 1 実施例を含む、圧力センサユニットの第 1 実施例を示す断面図である。

図 6 はハウジングと図 3 b に示された圧力センサの第 2 実施例を含む、圧力センサユニットの第 2 実施例を示す断面図である。

図 7 は異なる圧力範囲のために異なるサイズのダイヤフラムを備えた圧力センサの配列を示す平面図である。

図 8 は高い空間的分解能で圧力分布を検知するために使われる、圧力測定装置を示す平面図である。

図 1 から分かるように、本発明の圧力センサの製造過程は、以下に述べるような工程を含んでいる。即ち、実施例では P 型シリコン基板からなる基板 1 に対して、まず基板の導電タイプとは逆のドーピングを施す工程である。このドーピングは、原則として通例のフォトリソグラフィ法による方法によって、ドーピング領域 2 内に施される。次に、図に示された P 型シリコン基板 1 の上に、 $n^+$ ドーピング領域 2 が作られる。その目的は、一方では導電性の良い電極を形成するためであり、他方では、ドーピング領域 2 によって形成されるこの電極を、 $p-n$ 接合によって基板 1 から絶縁するためである。その後、絶縁層 3 が施される。

この絶縁層 3 には、二酸化ケイ素 (silicon dioxide) を施す等の方法により、犠牲層とも言うべきスペーサ層 4 が設けられる。このスペーサ層 4 は、後に圧力センサの空洞を形成するために、それ自体公知であるフォトリソグラフィ法によって作られる。この圧力センサの空洞は、ドーピング領域 2 上の中心位置に配置される。次に、

後のエッチングチャンネル 6 を作るために、別の酸化層 5 が形成され、フォトリソグラフィ的に組み立てられる。この後、ポリシリコン層 7 が形成される。このポリシリコン層 7 は、圧力センサ空洞上の、少なくとも後にダイヤフラム領域 8 となる領域内に、導電的にドーピングされる。酸化物よりなるスペーサ層 4、

5は、エッチングチャンネル6を通じてフッ化水素酸によるエッチングによって除去される。その後、このエッチングチャンネル6は、酸化層のような適切な材料を埋め込むことにより閉じられる。

図2から分かるように、最後の酸化層9は、図2において全体を符号10で示したような圧力センサを形成するために、ダイヤフラム領域8内の領域におけるエッチングによって除去することができる。一方、同様の基本容量を持ち、図2において全体を番号11で示した様な参考エレメントを形成するためには、この酸化層9はこのままの状態に残される。

以下に、図3aの断面図を参照しながら、全体を符号20で示した本発明の圧力センサの第1実施例を説明する。この圧力センサは、ドーピング領域22を持つ基板21を備え、このドーピングもまた基板21の導電タイプと逆になるように選ばれる。絶縁層23の上には、第1ポリシリコン層25が設けられ、この層25は圧力センサ空洞24を形成し、さらに上記ドーピング領域22の上方に薄い

ダイヤフラム領域26を形成している。このダイヤフラム領域26は、外部圧力とも呼ぶことができる第1の圧力の作用を受けるように作られている。

空洞24上と通じるチャンネル27は、圧力センサ空洞24から始まり、基板21の表面28に沿って延び、この実施例では横開口部29で終わる。

このチャンネルは、基板21に面して層構造により形成されており、その層構造は、一方において圧力センサ20のダイヤフラム領域26を含む第1ポリシリコン層25を備え、また他方においては、その層25の上に形成された補強層30を備えている。第1ポリシリコン層25の上に位置するこの補強層30もまた、ポリシリコンで構成されていても良い。この補強層を形成するために、二酸化ケイ素または窒化ケイ素 (silicon nitride) を使用することも考えられる。

図4は相互接続された複数の圧力センサ41が配列された圧力センサアレイ40を表す平面図であるが、この図4から明らかなように、チャンネル42の幅bは、個々の圧力センサ41のダイヤフラム領域の直径または最小の横幅d<sub>m</sub>よりも短いのが望ましい。通常、チャンネル27、42上の層構造25、30の厚



み $d_s$ に対するチャンネル27, 42の幅 $b_k$ の比は、ダイヤフラム領域26の

厚み $d_g$ に対するダイヤフラム面内のダイヤフラム領域26, 41の最小幅 $d_m$ の比よりも小さくしなければならない。これにより、外部からダイヤフラム26に働く第1圧力 $P_1$ と、チャンネル27を通して圧力センサ空洞24に導入される第2圧力 $P_2$ の差圧は、確実にダイヤフラム領域26だけを歪ませ、チャンネルの領域内の層構造25, 30に対しては意味のある歪みを生まない事になる。

上記のような寸法に設定された場合、チャンネル27が十分に狭ければ、追加的な補強層30は無くてもよい。但し、この補強層30がある方が有利であると考えられる。

図3bの中で全体が符号32で表された圧力センサの第2実施例は、以下に述べる相違点を除いては、図3aの中で示された圧力センサ20の第1実施例と一致しており、同一または同様の要素については同一の参照符号が付されている。第1実施例の圧力センサ20は違い、第2実施例ではチャンネル27の横開口部29が設けられておらず、圧力センサ空洞24から反対側に向かう方向へは、チャンネル27は、第1ポリシリコン層25と補強層30によって基板21に対して閉じられている。基板21は、上記チャンネル27の下部に、例えば異方性エッチング等の方法で作られた裏面開口部33を有している。この裏面開口部33は、基板21の裏側34から基板21を通り、基板21の前面または表面28まで延びてお

り、その開口部33の前面側出口35は、ダイヤフラム領域26から外れた位置でもっぱらチャンネル27の領域内に位置している。

図5は圧力センサユニットの第1実施例を示す断面図であり、このユニットは全体として符号50で示され、ハウジング51と図3aに示された第1実施例の圧力センサ20とを備えている。ハウジング51は2本の間隔を隔てた接続パイプ52, 53を有しており、これらパイプを通して第1圧力 $P_1$ と第2圧力 $P_2$ とが導入される。圧力センサ20は、ハウジング51のベース54に対してシリコン基板21の背面が接するように接着などの手段で固定してある。ハウジング

は仕切55によって夫々第1圧力P1および第2圧力P2が導入されるハウジング領域56, 57に小分けされている。仕切はチャンネル27の長手方向に対してほぼ直角に延びており、補強層30の領域で圧力センサ20と気密的に密着している。

図6は、全体として符号60で表される圧力センサユニットの第2実施例を示す。この実施例も、第1圧力P1と第2圧力P2を導入するために用いられる2本の接続パイプ62, 63を設けたハウジング61を備えている。しかしながら、この実施例の接続パイプ62, 63は、ハウジング61の互いに対向する壁に設けるのが望ましい。図3bを参照して説明した第2実施例の圧力センサ32は、接続パイプ63が突出する壁に対面して接着などの手段で固定され

ている。そして、圧力センサ32はその裏面開口部33が上記接続パイプ63上に臨むように位置決めされる。

図4で既に説明したように、ウエーハの上に形成された圧力センサユニットは、複数の圧力センサ41を備えた圧力センサアレイ40であってもよい。容量的な評価の場合において、このアレイ状の配置によって感度の向上を達成するためには、個々の電極が並列接続されるであろう。このような圧力センサアレイにおいては、個々の圧力センサは、既に詳述したチャンネル27とほぼ対応する形状を持つチャンネルによって相互に接続される。

単一の圧力センサアレイを用いて異なる圧力範囲を検出する必要がある場合には、図7に平面図を示し、かつ全体として符号70で示された実施例が用いられるであろう。この圧力センサ装置70は3個の圧力センサアレイ71, 72, 73を備えており、圧力センサアレイ71のダイヤフラム領域の表面は圧力センサアレイ72のそれよりも広く、また、圧力センサアレイ72のダイヤフラム領域は圧力センサアレイ73のそれより広い。そのため、最後に述べた圧力センサアレイ73は高い圧力範囲の検出に用いられ、2番目に述べた圧力センサアレイ72は中間的な圧力範囲の検出に用いられ、さらに1番目に述べた圧力センサアレイ71は低い圧力範囲のために設けられる。

図 8 は全体として符号 80 で表されたさらに別の圧力センサアレイの平面図を示す。この圧力センサ装置は、6 個の圧力センサアレイ 81 ~ 86 を備えており、これらは単一のチップの上に配置されている。各圧力センサアレイは好ましくは 4 個の圧力センサ 81 a, 81 b, 81 c, 81 d を含んでおり、これらセンサはチャンネルによって相互に接続されている。上記圧力センサアレイ 81 ~ 86 はそれぞれチャンネル 87 ~ 92 と接続されている。これらチャンネルは、上記チップ上の小さな面積を有する圧力検出領域 93 の中に集中しており、そこで圧力分布  $P_2, \dots, P_7$  を比較的高い空間的分解能で測定できるようになっている。

【图 1】

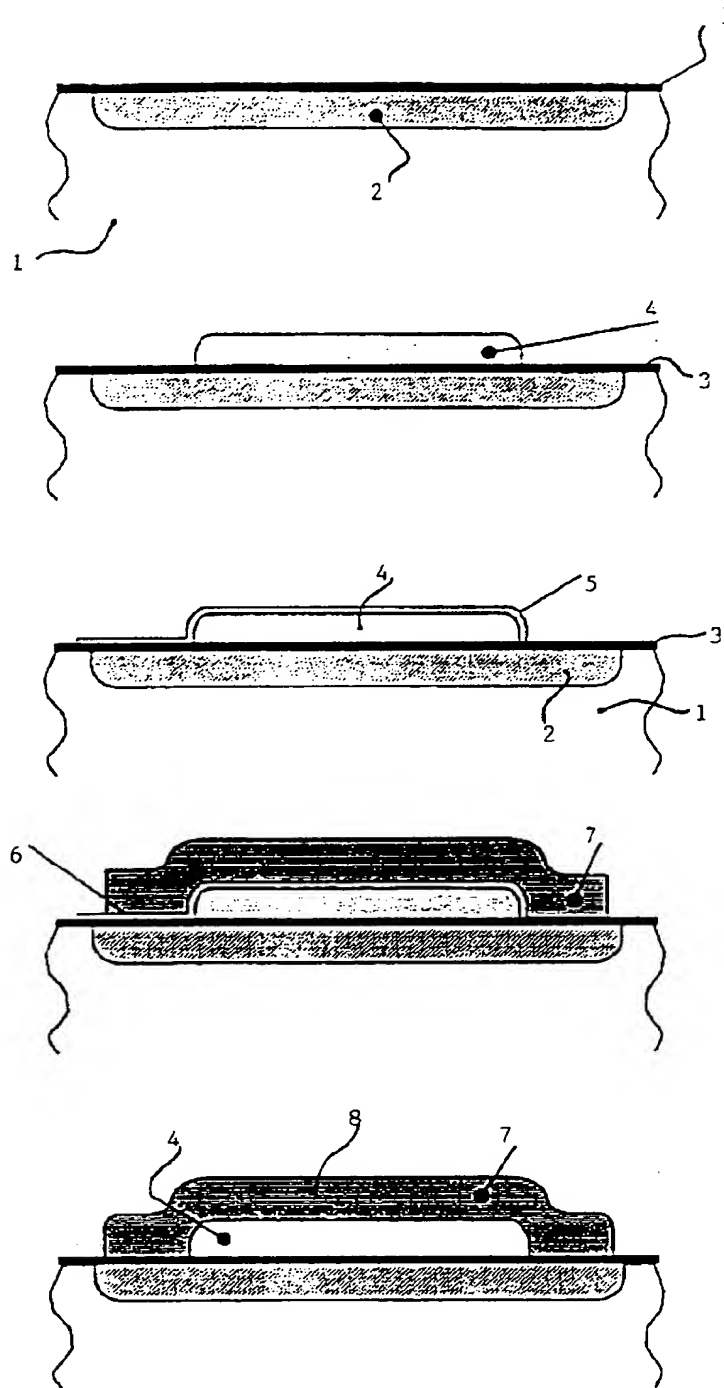


Fig. 1

【図2】

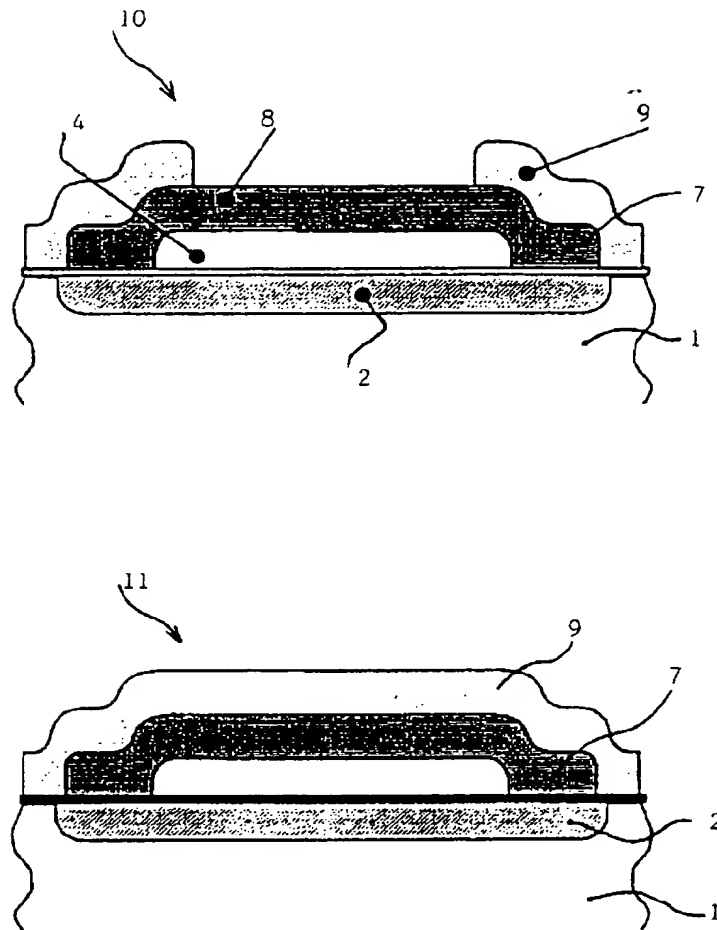


Fig. 2

[illegible]

Fig. 3b

【図4】

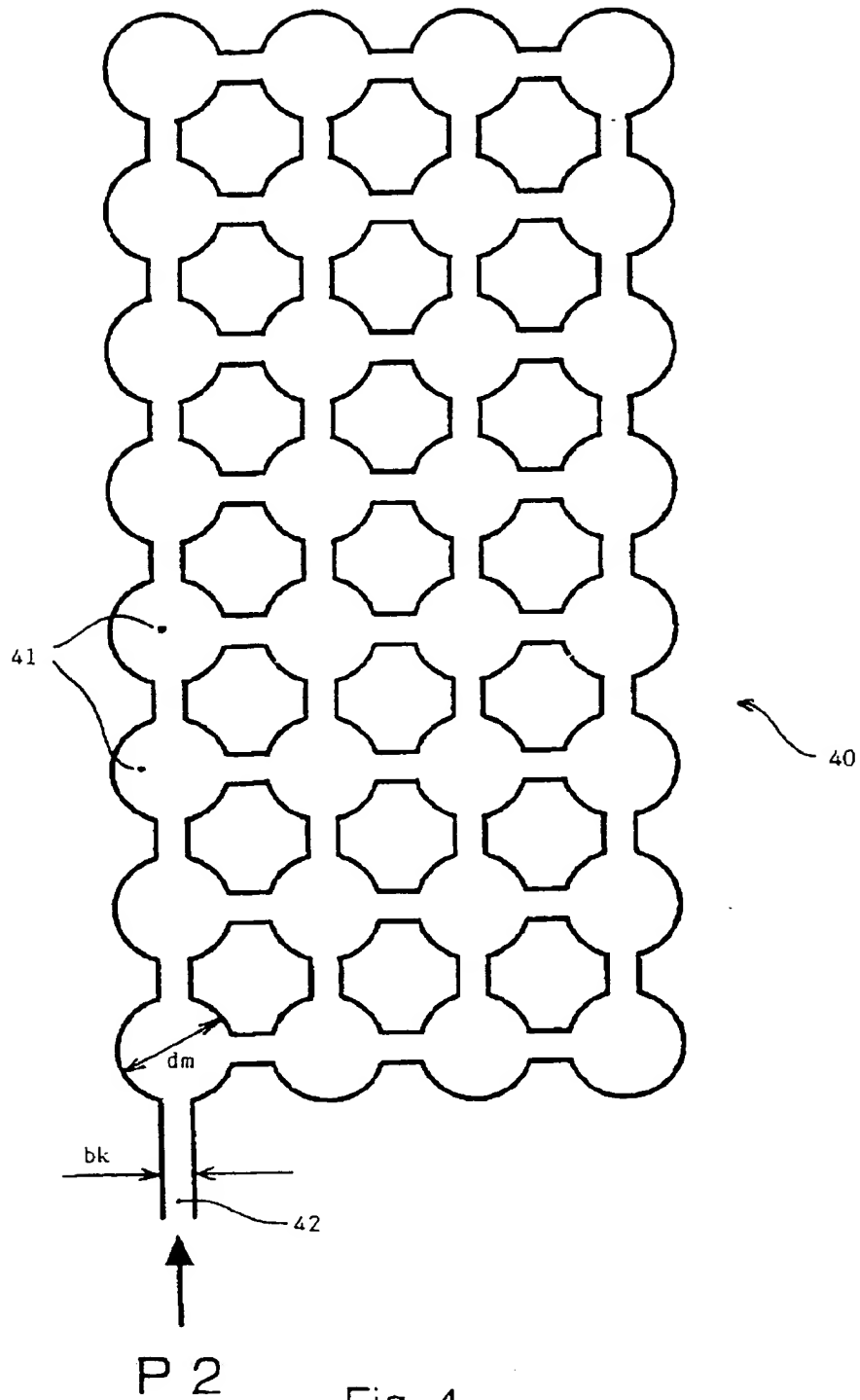


Fig. 4

【圖 5】

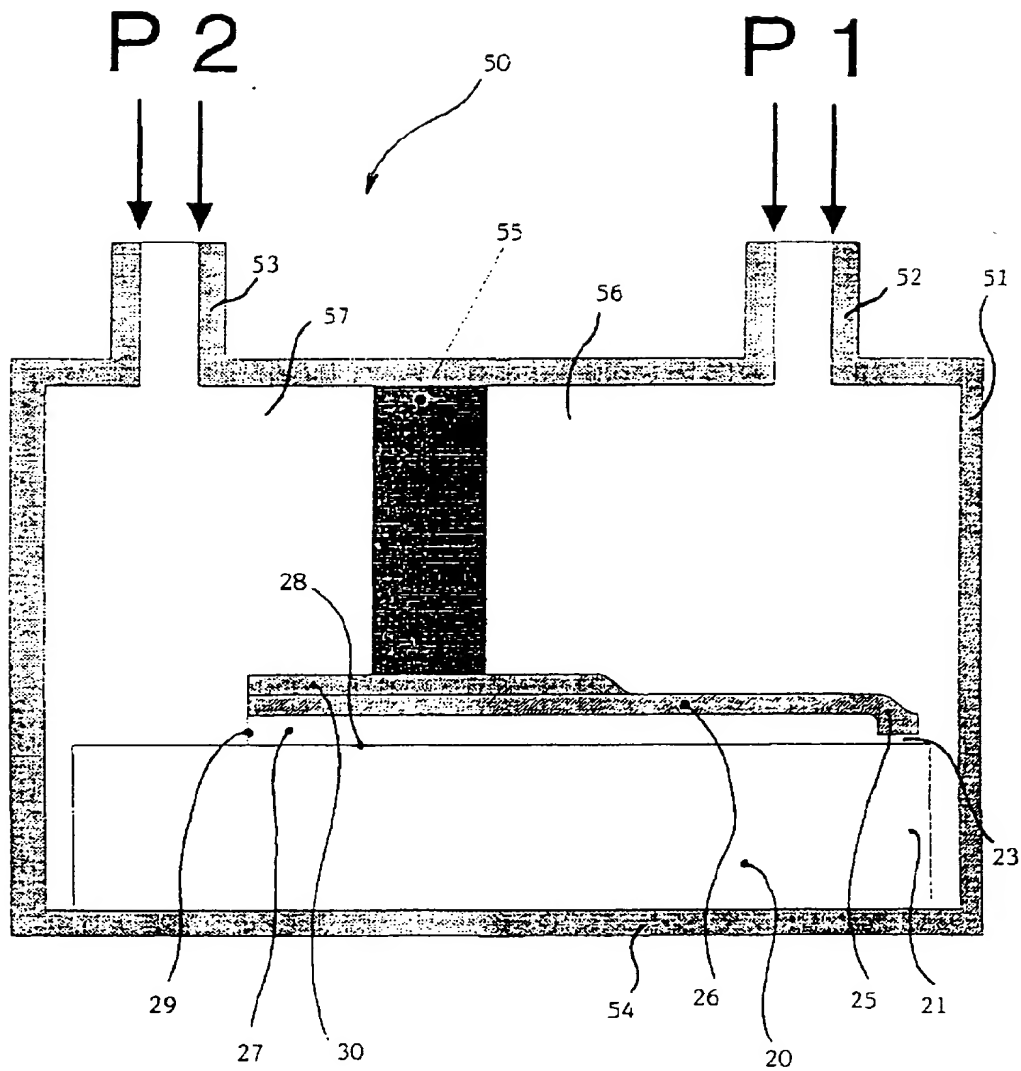


Fig. 5



【図6】

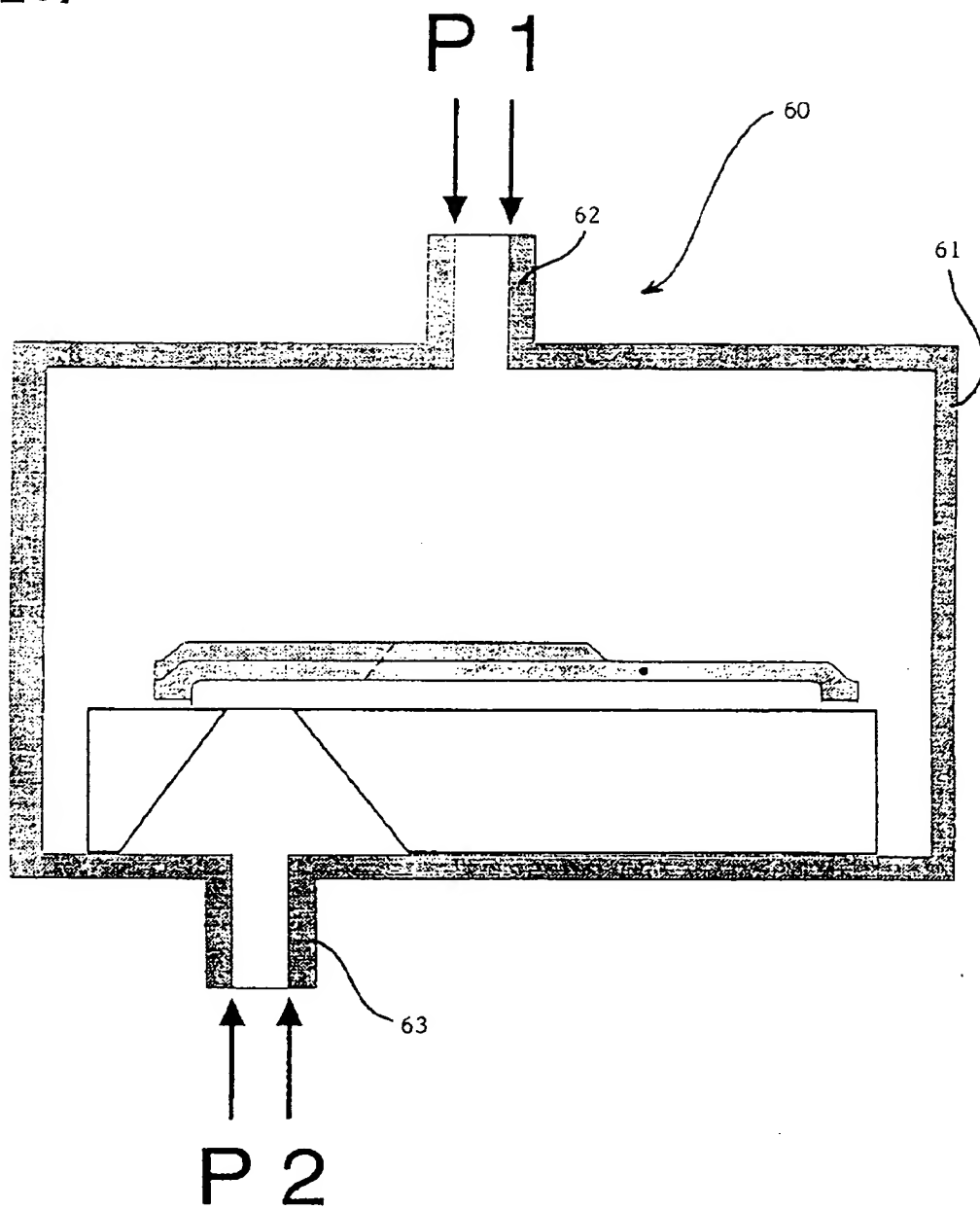


Fig.6

【図7】

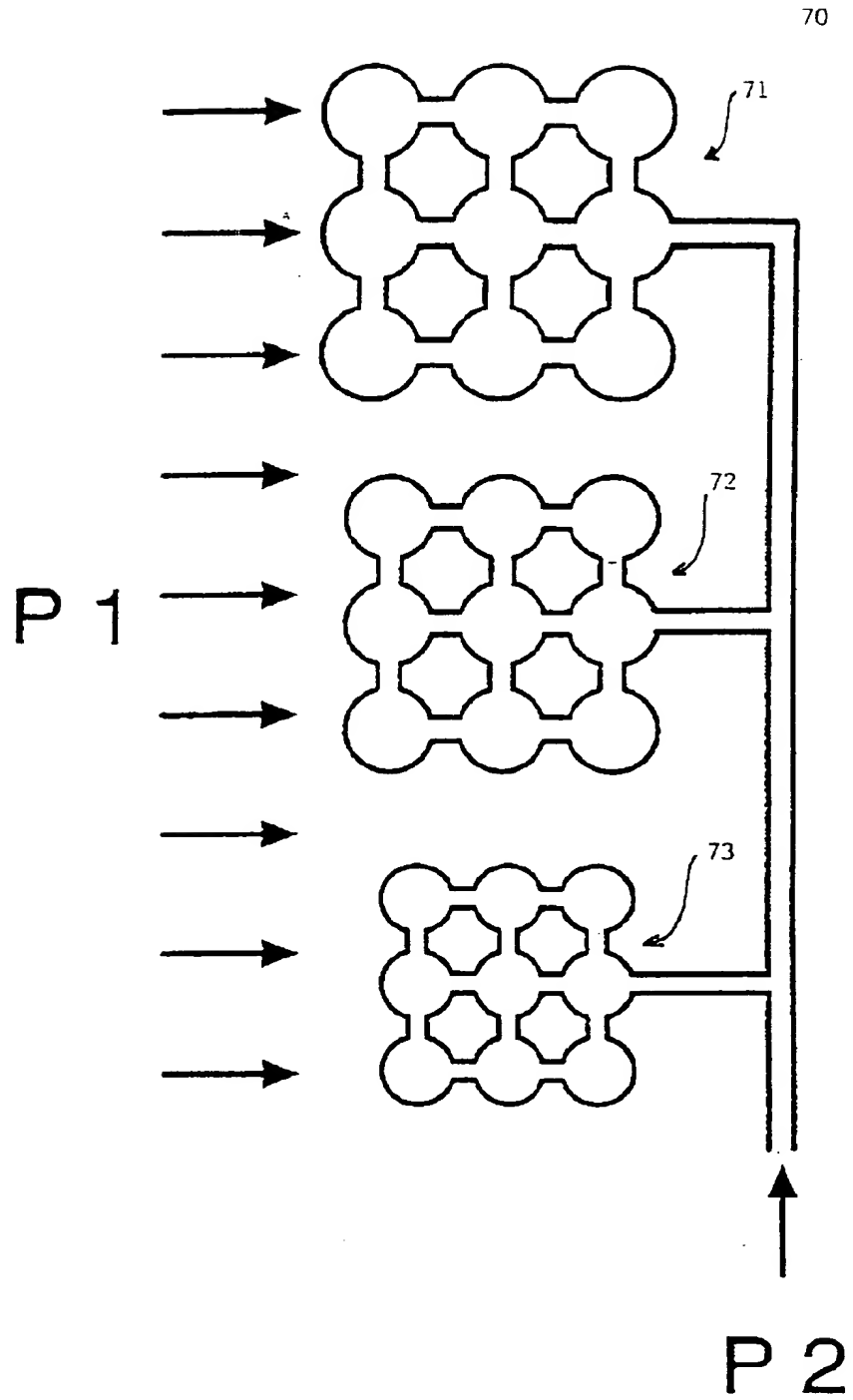
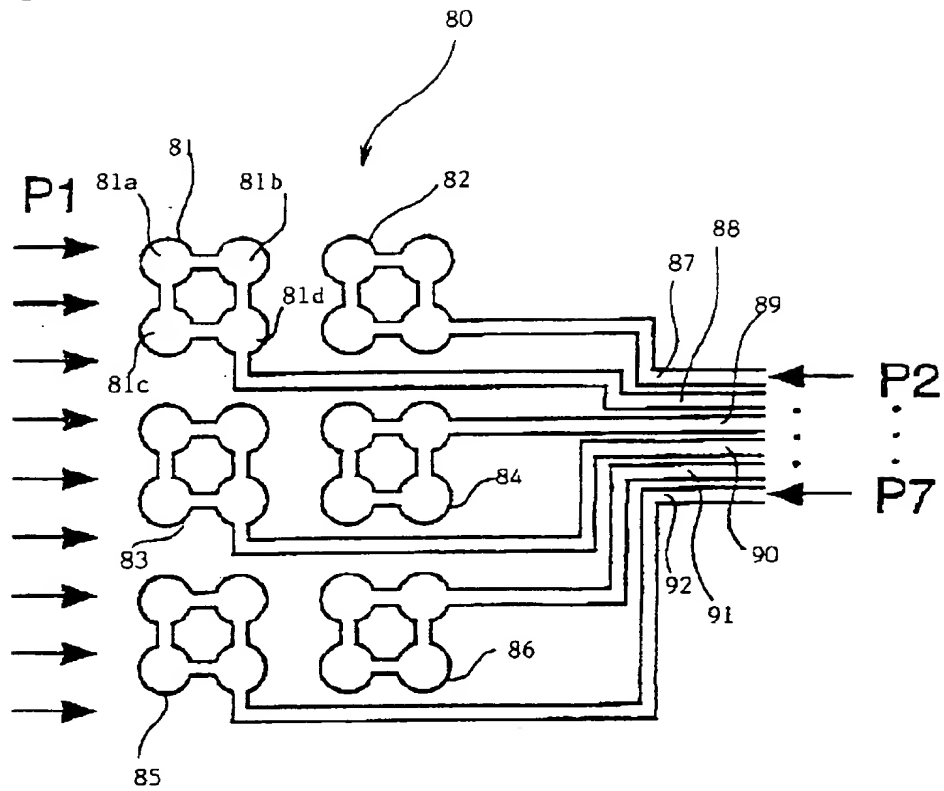


Fig. 7

【図 8】



【手続補正書】特許法第 184 条の 7 第 1 項

【提出日】1993 年 11 月 19 日

【補正内容】

請求の範囲

1. 基板 (21) と、

上記基板 (21) 上に、空洞 (24) を構成するために形成された第 1 層 (25) と、

上記空洞 (24) に通じ、上記第 1 層 (25) の下部に基板 (21) の表面 (28) に沿って延びるチャンネル (27) とを備え、

上記層 (25) は空洞 (24) の上部にダイヤフラム領域 (26) を含み、このダイヤフラム領域は空洞 (24) の外部から第 1 圧力 (P1) の作用を受けるように構成されており、

上記チャンネル (27) は第 2 圧力 (P2) の作用を受けるように構成された、圧力センサであって、

上記チャンネル (27) は、片側が層構造 (25, 30) によって画定され、他側が上記基板 (21) によって画定され、上記層構造は第 1 層 (25) とその上に形成され、第 1 層 (25) を覆うとともに補強する第 2 層 (30) とを備え、

上記第 2 層 (30) はダイヤフラム領域 (26) を覆っておらず、

チャンネル (27) 上部の層構造 (25, 30) の厚み ( $d_s$ ) に対するチャンネル (27) の幅 ( $b_k$ ) の比は、ダイヤフラム領域 (26) の厚み ( $d_g$ ) に対するダイヤフラム面におけるダイヤ

フラム領域 (26) の最小幅 ( $d_m$ ) の比より小さいことを特徴とする圧力センサ。

2. 請求項 1 に記載の圧力センサにおいて、

第 1 層 (25) はポリシリコンで構成され、第 2 層 (30) はポリシリコンで構成されていることを特徴とする圧力センサ。

3. 請求項 1 に記載の圧力センサにおいて、

第 1 層 (25) はポリシリコンで構成され、第 2 層 (30) は二酸化ケイ素で構成されていることを特徴とする圧力センサ。

4. 請求項 1 に記載の圧力センサにおいて、

第 1 層 (25) はポリシリコンで構成され、第 2 層 (30) は窒化ケイ素で構成されていることを特徴とする圧力センサ。

5. 請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の圧力センサにおいて、

上記基板には、基板の裏面から基板を通して上記チャンネル (27) にまで延びる裏面開口部 (33) が設けられていることを特徴とする圧力センサ。

6. 請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の複数の圧力センサを、1 つのチップ上に形成したことを特徴とする圧力センサ装置。

7. 請求項 6 に記載の圧力センサ装置において、

上記圧力センサ (81, ..., 86) には、各圧力センサ (81, ..., 86) の空洞に通じるチャンネル (87, ..., 92) が設けられ、

上記チャンネル (87, ..., 92) は、圧力分布を高い空間的分解能で測定するため、上記チップ上の圧力検出領域 (93) の中に集中していることを特徴とする圧力センサ装置。

#### 【手続補正書】

【提出日】 1995 年 5 月 18 日

#### 【補正内容】

(1) 明細書中、次の箇所を訂正する。

(I) 第 5 頁第 12 行～第 13 行において、「図 2 は……………断面図である。」とあるのを、次の文に訂正する。

「図 2 a は圧力センサと組み合わせた参考エレメントを示す断面図である。

図 2 b は圧力センサと組み合わせた参考エレメントの他の例を示す断面図である。」

(II) 第 6 頁第 15 行において、「絶縁層 3 が施される」の後に「(図 1 (a) 参照)」を挿入する。

(III) 第 6 頁第 17 行において、「スペーサ層 4 が設けられる」の後に「(図 1 (b) 参照)」を挿入する。

(IV) 第 7 頁第 2 行において、「組み立てられる」の後に「(図 1 (c) 参照)」を挿入する。

(V) 第 7 頁第 3 行において、「層 7 が形成される。このポリシリコン層 7 は、圧力センサ空洞 9」とあるのを「層 7 が形成される (図 1 (d) 参照)。このポリシリコン層 7 は、圧力センサ空洞 4」に訂正する。

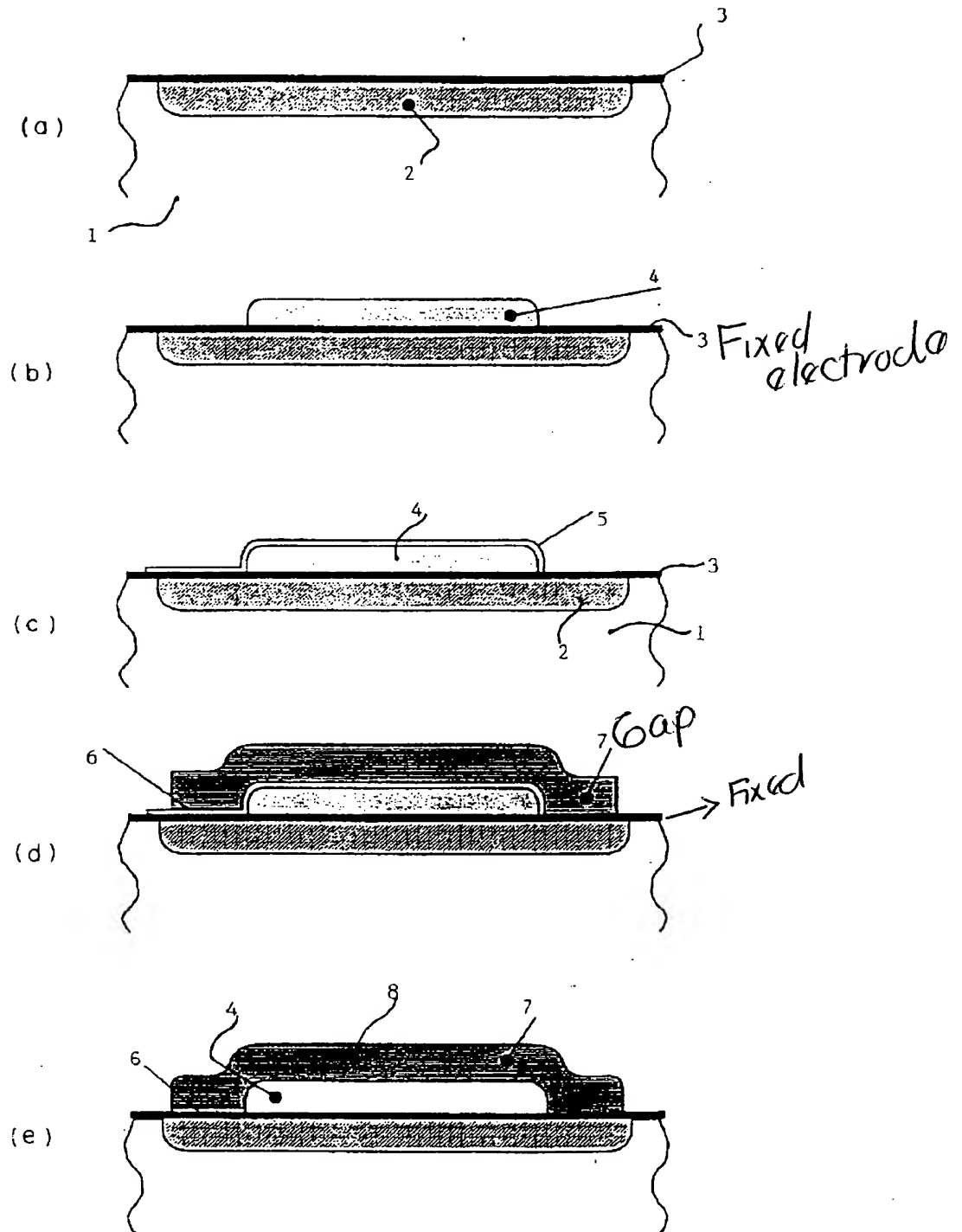
(VI) 第 7 頁第 7 行において、「除去される」の後に「(図 1 (e) 参照)」を挿入する。

(VII) 第 7 頁第 9 行において、「図 2 から分かるように、最後の酸化層 9 は、図 2」とあるのを、「図 2 a から分かるように、最後の酸化層 9 は、図 2 a」に訂正する。

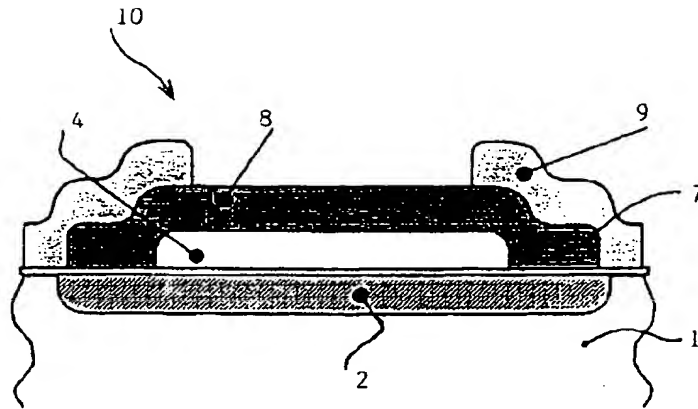
(VIII) 第 7 頁第 12 行において、「図 2 において」とあるのを、「図 2 b において」に訂正する。

(2) 図面全図を別紙の通り訂正する。

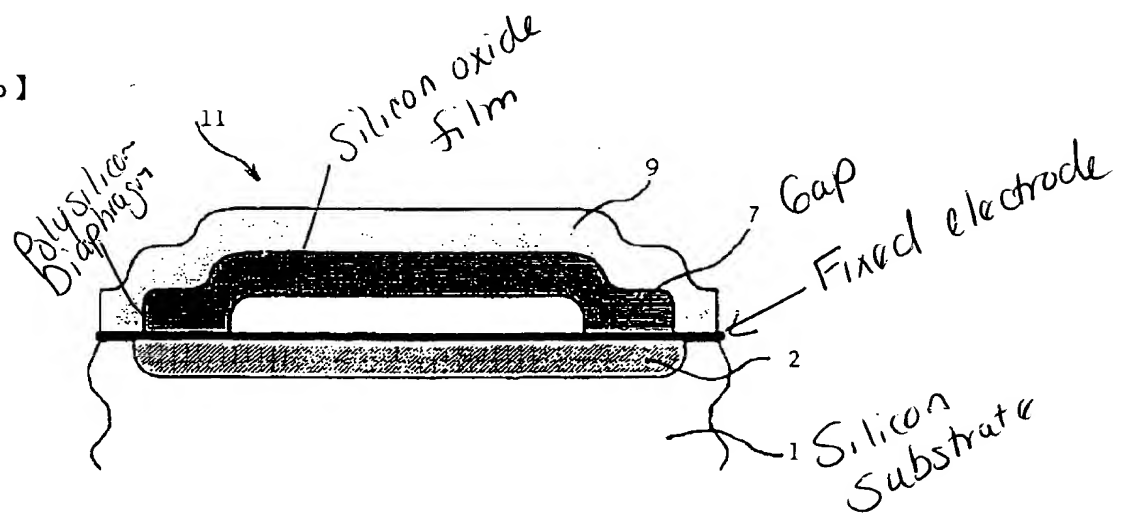
【図 1】



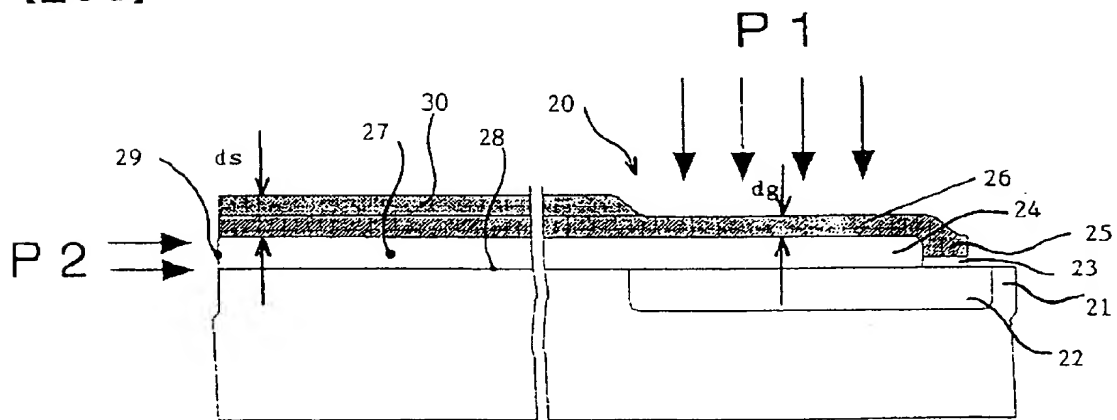
【図 2 a】



【図2b】

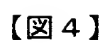


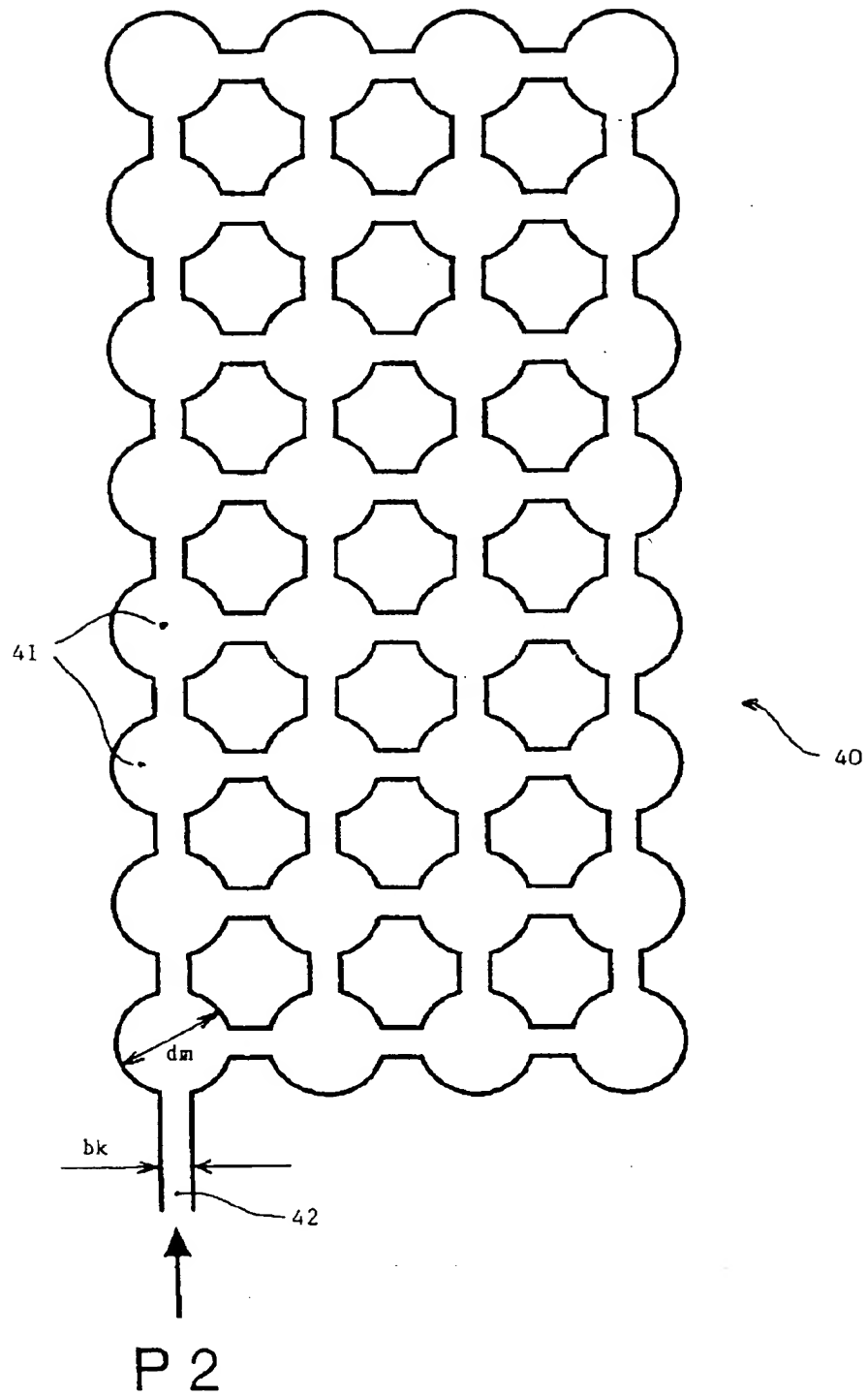
【図3a】



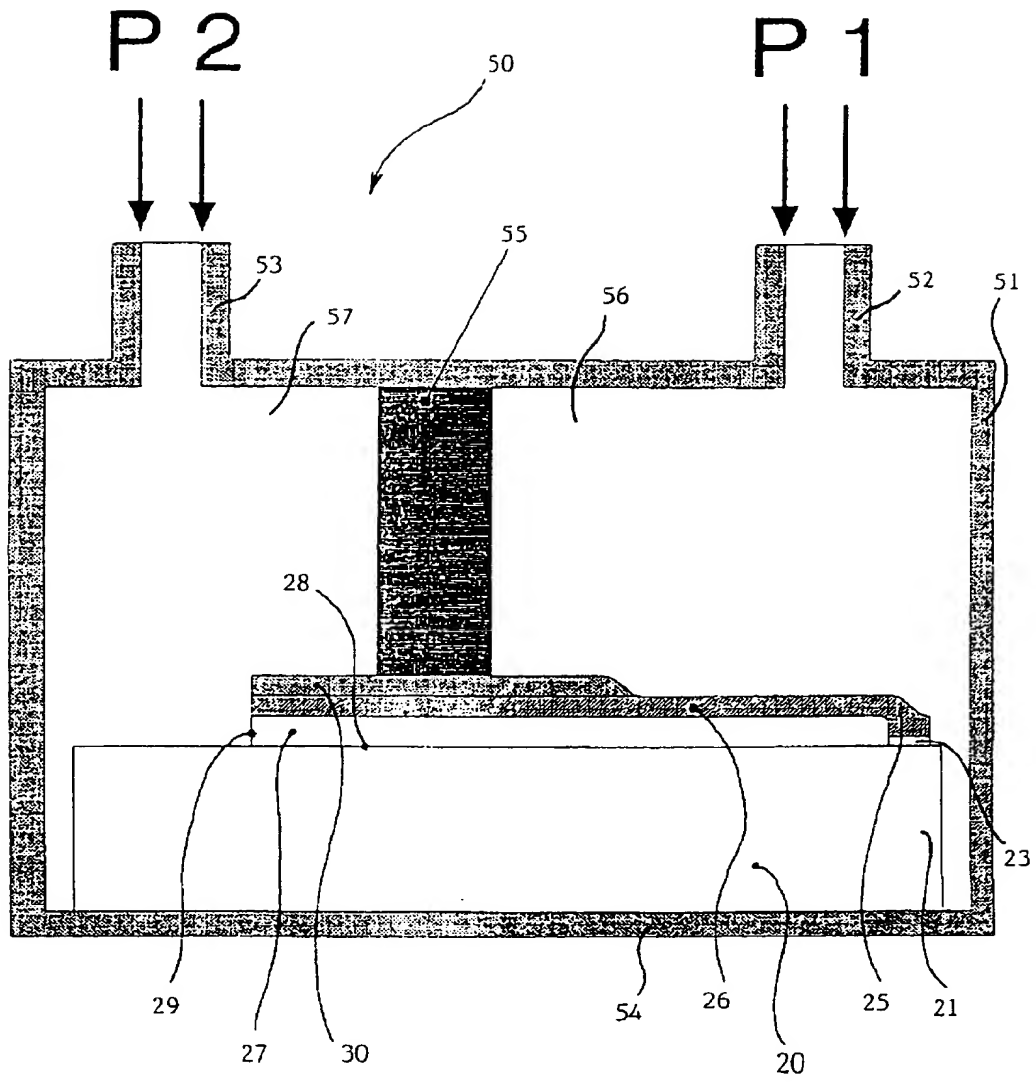
【図3b】



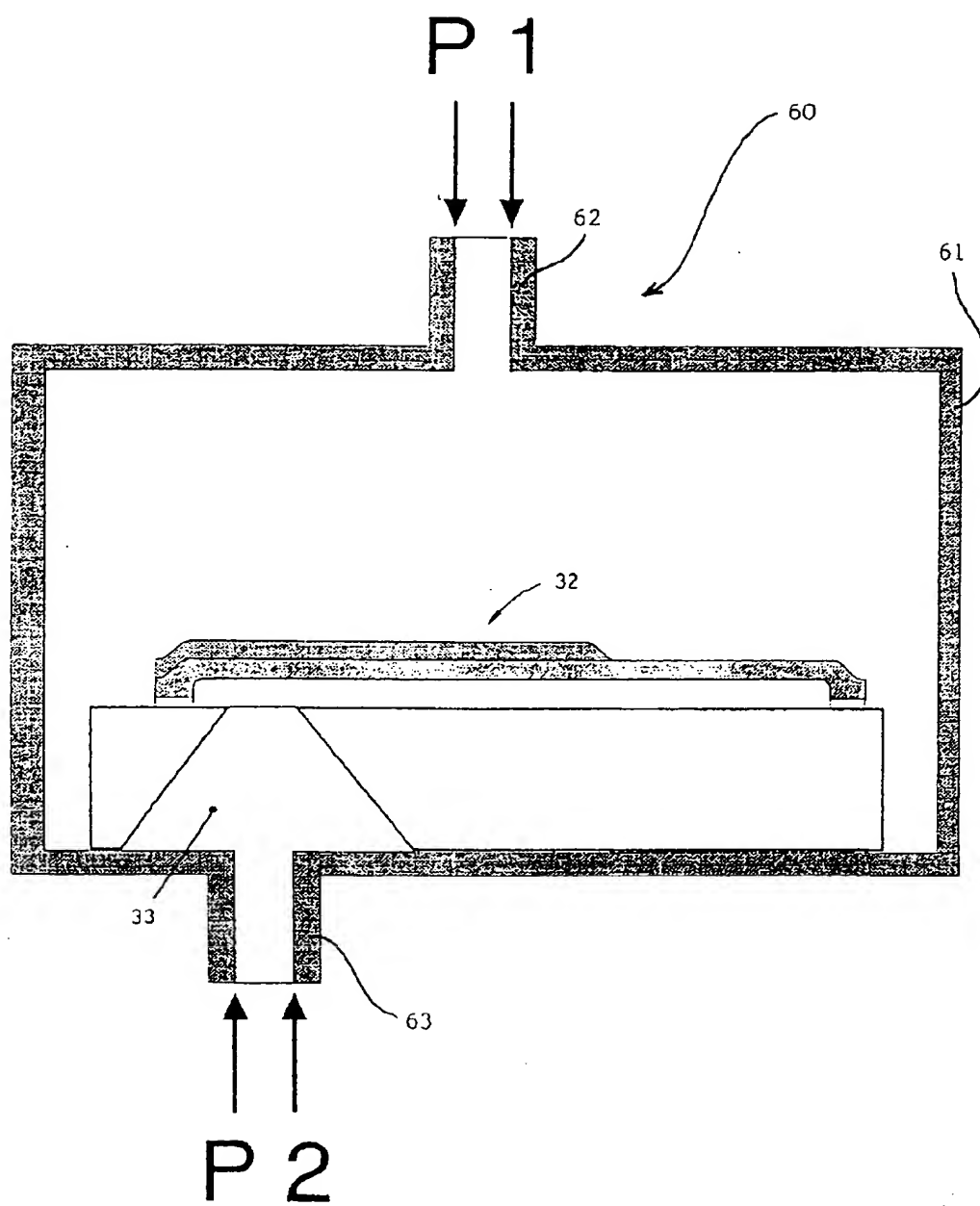




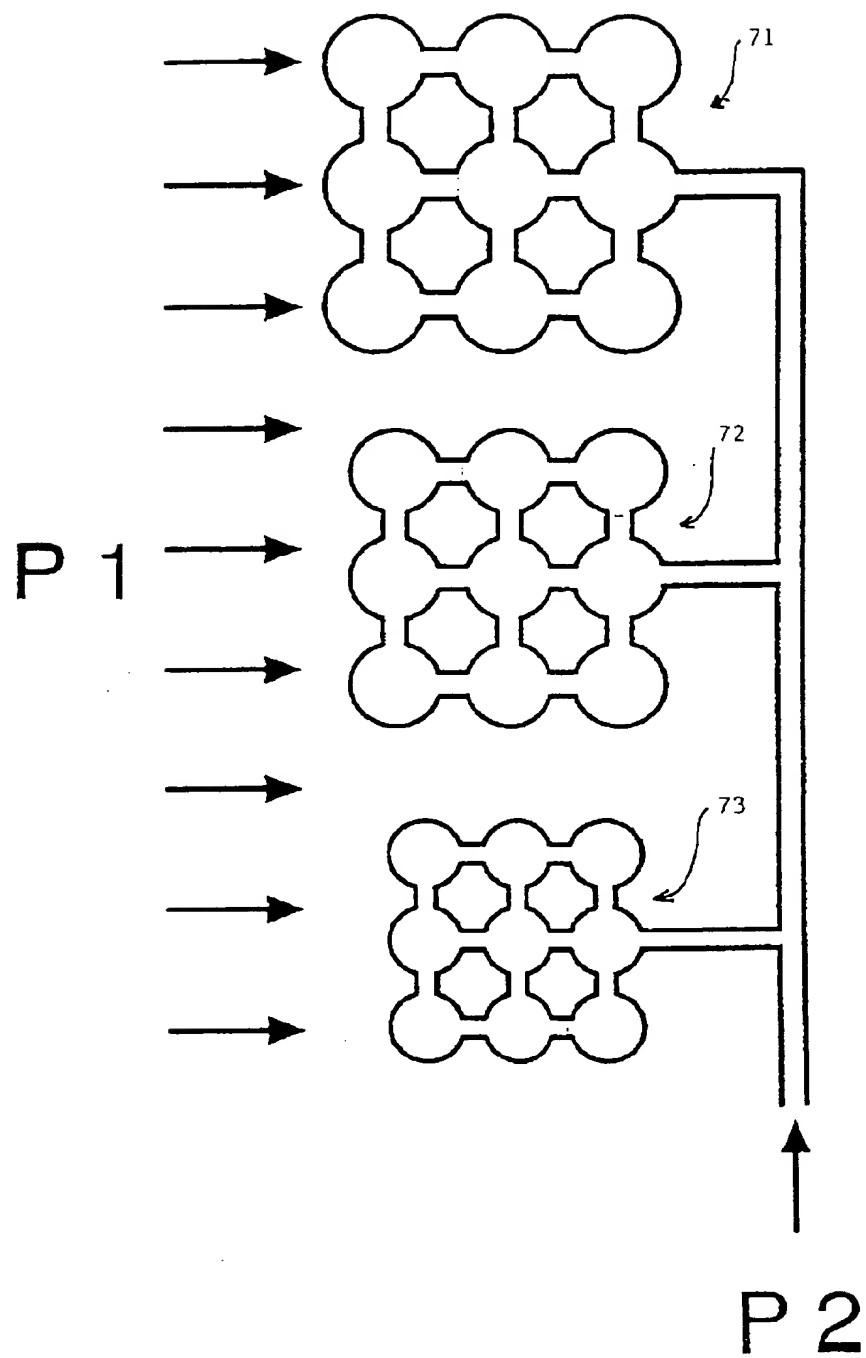
【図 5】



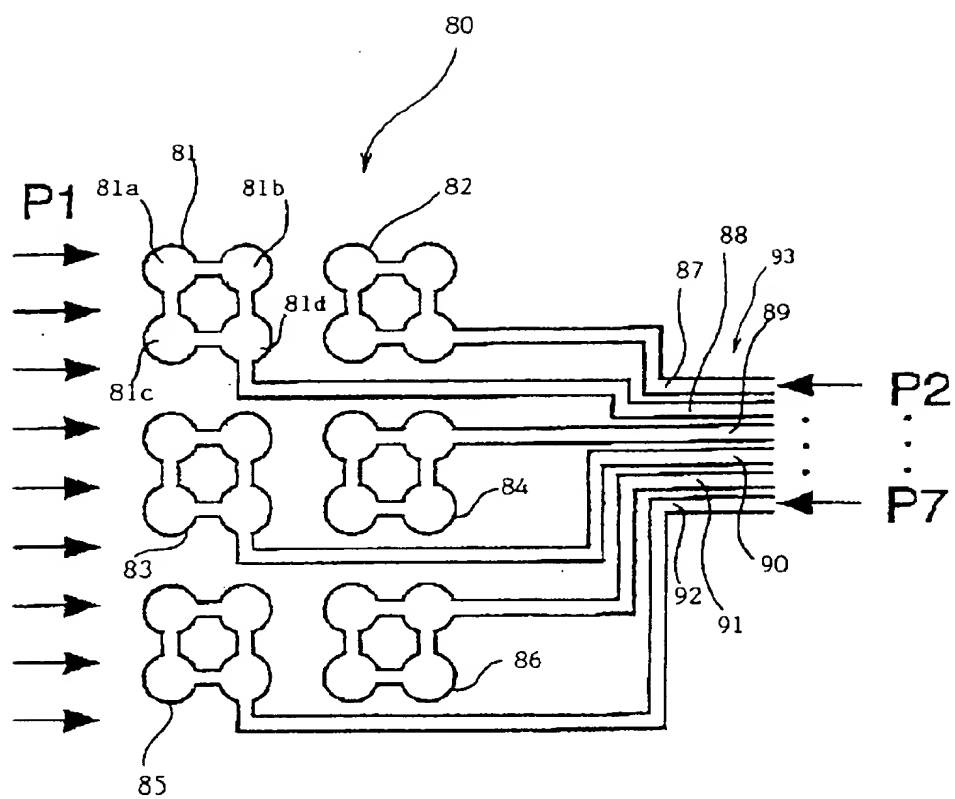
【図6】



【図 7】

70

【図8】



## 【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/DE 93/00048

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
Int.Cl.5 G01L9/00; G01L9/12; G01L15/00 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC:		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)		
Int.Cl.5 G01L		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP,A,0 500 234 (HONEYWELL INC.) 26 August 1992	1,2,6,7
Y	see column 9, line 9 - column 13, line 57; figures 6,7,10	8
Y	US,A,3 930 412 (J.R.MALLON U.A.) 6 January 1976 see the whole document	8
A	EP,A,0 339 981 (SCHLUMBERGER INDUSTRIES, INC.) 2 November 1989 see figures 4,7	1
A	US,A,4 790 192 (T.A.KNECHT U.A.) 13 December 1988 see figures 23,25,26	1
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "Z" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
20 SEPTEMBER 1993 (20.09.93)		5 October 1993 (05.10.93)
Name and mailing address of the ISA/		Authorized officer
European Patent Office Facsimile No.		Telephone No.

ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT  
ON INTERNATIONAL PATENT APPLICATION NO.

DE 9300048  
SA 68935

This annex lists the patent family numbers relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report.  
The members are as contained in the European Patent Office EDP file on  
The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.

20/09/93

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP-A-0500234	26-08-92	None	
US-A-3930412	06-01-76	None	
EP-A-0339981	02-11-89	JP-A- 2203233	13-08-90
		US-A- 5062302	05-11-91
US-A-4790192	13-12-88	None	

EPO FORM P047

For more details about this annex : see Official Journal of the European Patent Office, No. 12/82



---

フロントページの続き

(72) 発明者 アーメルンク ヨーク  
ドイツ国、クレフェルト、エスペンベーク  
4 番